

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **112 449** (13) U1

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(51) МПК
[G01T 1/20 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 17.09.2015)
Пошлина: учтена за 1 год с 13.09.2011 по 13.09.2012

(21)(22) Заявка: [2011137719/28](#), 13.09.2011(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.09.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 13.09.2011

(45) Опубликовано: [10.01.2012](#) Бюл. № 1

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,
Центр интеллектуальной собственности,
Т.В. Маркс

(72) Автор(ы):

Шульгин Борис Владимирович (RU),
Ищенко Алексей Владимирович (RU),
Шутов Олег Николаевич (RU),
Благовещенский Михаил Николаевич
(RU),
Арбузов Валерий Иванович (RU),
Дукельский Константин Владимирович
(RU),
Черепанов Александр Николаевич (RU),
Гадельшин Вадим Маратович (RU),
Кидибаев Мустафа Мусаевич (KG),
Жеенбаев Нурбек Жаныбекович (KG),
Чурманов Владимир Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.
Ельцина" (RU),
Общество с ограниченной
ответственностью "ГАММА" (RU)

(54) СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ ДЕТЕКТОР

(57) Реферат:

Использование: для подводной регистрации ионизирующих излучений и подводного радиационного мониторинга радона ^{222}Rn и его дочерних продуктов распада (ДПР) в радонсодержащих водных источниках. Сущность: сцинтилляционный детектор для подводной регистрации ионизирующих излучений включает корпус и сцинтиблок, состоящий из сцинтилляционного датчика, соединенного через световод с фотоприемным устройством, а также блоки обработки и последующей передачи информации по беспроводной линии связи, причем световод и фотоприемное устройство заключены в отдельном герметичном блоке, размещенном внутри корпуса детектора, а сцинтилляционный датчик выполнен в виде одной или нескольких модульных сборок, состоящих из набора разделенных зазорами тонких сцинтиллирующих пластин, причем сцинтилляционный датчик размещен в вододоступной части детектора, которая снабжена дополнительной системой прокачки воды. Технический результат: повышение чувствительности при

подводной регистрации ионизирующих излучений. Реализация возможности подводной регистрации альфа-излучения.

Полезная модель относится к области сцинтилляционных детекторов, пригодных для подводной регистрации ионизирующих излучений. Полезная модель детектора предназначена для решения задач подводного радиационного мониторинга прибрежных морских зон, крупных озер, водохранилищ и других водоемов с использованием различных носителей в виде плавсредств: яхты, плоты, катера, включая радиоуправляемые катера, а также для подводного радиационного мониторинга водоемов селитебных (жилых) зон, включая водозаборные каналы и колодцы с питьевой водой, пригодна для поиска и обнаружения мест несанкционированного сброса в водоемы радиоактивных веществ и отходов, для радиационного мониторинга вод, используемых в атомной промышленности, а также для подводного радиационного мониторинга радона ^{222}Rn и его дочерних продуктов распада в радонсодержащих водных источниках.

Большинство известных сцинтилляционных детекторов излучений, состоящих из сцинтилляционных датчиков и фотоприемных устройств, заключенных в светонепроницаемый корпус (Б.В.Шульгин, А.Н.Черепанов, Д.Б.Шульгин. / Новые детекторные материалы и устройства. М., Физматлит. 2009. 360 с.), предназначено для эксплуатации в атмосфере воздуха и совершенно не пригодно для осуществления подводного радиационного мониторинга, требующего прямого контакта сенсорных элементов сцинтилляционного датчика с анализируемой водной средой, в частности, с водной средой, содержащей радон. Светонепроницаемый корпус известных сцинтилляционных детекторов, изготовленный как правило, на основе металлсодержащих материалов, полностью поглощает альфа-излучение радона и продуктов его распада.

Известен сцинтилляционный детектор, работающий в режиме реального времени, для регистрации ионизирующих излучений (пат. 2143711 РФ. МПК G01T 1/20, 3/00, заявл. 06.04.1999 г., опублик. 27.12.1999 г., Бюл. №36. Б.В.Шульгин, Д.В.Райков, В.С.Андреев, О.В.Игнатьев, В.Л.Петров, Ю.Г.Лазарев, Д.Б.Шульгин), сцинтиблок которого содержит сцинтилляционный датчик и фотоприемное устройство в виде фотоэлектронного умножителя (ФЭУ), размещенные в едином светонепроницаемом корпусе. Сцинтилляционный датчик выполнен в виде параллельно-последовательного соединенных трех сцинтилляторов: внешнего нейтронного сцинтиллятора (из пластика или стиробена), размещенного в нем (в колодце внешнего сцинтиллятора) сцинтилляционного кристалла NaI-Tl для регистрации гамма-излучения и внутреннего чувствительного к тепловым нейтронам стеклянного сцинтиллятора на основе ^6Li -силикатного стекла, активированного церием, выполненного в виде диска, находящегося в оптическом контакте с ФЭУ. Информация со сцинтиблока поступает на блок обработки сигналов. Однако известный сцинтилляционный детектор не пригоден для размещения непосредственно в анализируемой водной среде, содержащей радиоактивные вещества, не пригоден для регистрации альфа-излучения, связанного с радоном, или с альфа-излучением от других радиоактивных источников, находящихся в водной среде, поскольку корпус детектора полностью поглощает альфа-излучение. Известный детектор не пригоден для эффективной подводной регистрации ионизирующих излучений.

Известен трековый детектор для обнаружения и регистрации радона (М.В.Жуковский, И.В.Ярмошенко, Радон: Измерение, дозы, оценка риска. Екатеринбург. УрО РАН, 1977. 231 с.; Р.Б.Термечикова, М.В.Жуковский, М.М.Кидибаев, Закономерности накопления радона в жилых помещениях Иссик-Кульской области. Межвуз. сб. науч. трудов. Проблемы спектроскопии и спектрометрии. Екатеринбург. УГТУ-УПИ, 2002. Вып.11, с.97-105). Недостатком интегральных трековых детекторов, применяемых для регистрации радона, является большое время экспозиции, большое время накопления информации - не менее 1-3 месяцев; такой детектор является накопительным, запоминающим детектором, он не может работать в режиме реального времени.

Известен сцинтилляционный детектор β -излучения на основе стеклянного сцинтиллятора, имеющего состав LiO-CaO-MgO:Ce (Н.Н.Платонов, А.Е.Ремезов, Б.В.Шульгин, Д.В.Райков, В.Ю.Иванов, А.Н.Черепанов, П.В.Райков. Применение стеклянных сцинтилляторов для регистрации β -излучения. Межвузовский сборник научных трудов. Проблемы спектроскопии и спектрометрии. 2005, вып.19. С.123-126). Сцинтилляционный датчик известного детектора выполнен в виде тонкой стеклянной пластины, имеющей форму диска. Однако сцинтилляционный датчик известного сцинтилляционного детектора имеет небольшие размеры: толщину ~ 1 мм

и диаметр 20 мм (площадь 314 мм²), и поэтому обладает невысокой чувствительностью. Главный недостаток известного сцинтилляционного детектора заключается в том, что конструкция детектора, элементом которой является корпус, поглощающий альфа-излучение, не позволяет с его помощью проводить измерения уровня радиации непосредственно в водной среде, он не пригоден для регистрации альфа-излучения от радиоактивных источников, находящихся в водной среде. Известный сцинтилляционный детектор ионизирующего излучения не пригоден для проведения эффективного подводного радиационного мониторинга бета- и гамма-излучения и совершенно непригоден для подводной регистрации радона по альфа-излучению.

Известен сцинтилляционный детектор со сцинтилляционным датчиком на основе сцинтиллирующего литиевого силикатного стекла, имеющего состав ${}^6\text{Li}_2\text{O-MgO-SiO}_2\text{:Ce}$ (В.Н.Чурманов, С.И.Горкунова, И.Л.Витовский, И.Н.Седунова / Межвузовский сборник научных трудов. Приборы и методы экспериментальной физики, 2010. Вып.27. С.120-126). В известном сцинтилляционном детекторе сцинтилляционный датчик сцинтиблока представляет собой сборку из нескольких десятков прижатых друг к другу стекловолокон (толщиной ~0,5 мм, длиной до 4,8 см), а фотоприемное устройство выполнено в виде фотоэлектронного умножителя. Сцинтилляционный датчик и фотоприемное устройство размещены в светонепроницаемом корпусе. Сцинтилляционный датчик чувствителен к бета-, гамма-излучению и нейтронам. Нейтроны в известном детекторе регистрируются вследствие ядерной реакции ${}^6\text{Li}(n,\alpha){}^3\text{H}$. Альфа-частицы возникают в самом сцинтилляторе. Применение стекловолокон обеспечивает минимальные потери света в сцинтилляционном детекторе. Однако известный сцинтилляционный детектор не пригоден для эксплуатации непосредственно в водных средах, когда требуется прямой контакт сенсорных элементов сцинтилляционного датчика с анализируемой водной средой, он не может работать, будучи погруженным в воду, он не пригоден для подводной регистрации ионизирующих излучений.

Известен сцинтилляционный детектор (В.Ю.Иванов, А.В.Ищенко, Л.В.Викторов, Г.А.Кунцевич, К.О.Хохлов, А.Н.Черепанов, А.С.Шеин, Б.В.Шульгин, М.М.Кидибаев, Т.С.Королева / Интегрированная геоинформационная система контроля радиационной обстановки селитебной зоны озера Иссык-Куль // Мобильные комплексы радиационного контроля. Сборник научных разработок. Екатеринбург, УрФУ, 2011. С.63-82), содержащий в светонепроницаемом корпусе сцинтилляционный датчик на основе кристалла CsI-Tl и фотодиодное фотоприемное устройство, блок первичной обработки информации, а также блок передачи телеметрической информации по радиоканалу на удаленный блок приема информации центрального диспетчерского пункта. Однако в известном сцинтилляционном детекторе сенсорные элементы модульных сборок на основе кристаллов CsI-Tl, находящихся в светонепроницаемом корпусе, не имеют и не могут иметь прямого контакта с анализируемой водной средой, совершенно не пригодны для регистрации альфа-излучения радона и других альфа-активных изотопов, так что известный сцинтилляционный детектор не пригоден для подводной регистрации ионизирующих излучений.

Наиболее близким к заявляемому сцинтилляционному детектору является сцинтилляционный детектор, разработанный фирмой Митцубиси для подводной регистрации гамма-излучения (пат. США №5434415, МПК G01T 1/20, 1/203 от 18.07.1995), содержащий два полуцилиндрических, прижатых друг к другу сцинтиллятора, выполненных из кристаллов NaI-Tl, образующих сцинтиблок с полым внутренним каналом с размещенным в канале люминесцентным волоконным световодом-смесителем спектра, сочетанным с волоконным световодом и фотоприемное устройство. Однако известный сцинтилляционный детектор, предназначенный для работы в водной среде ядерного реактора и располагаемый в водной среде на удалении от верха активной зоны реактора на расстояниях от 0 до 6,5 метров, пригоден для регистрации только гамма-излучения и не пригоден для подводной регистрации альфа-излучения радона и других альфа-активных изотопов, поскольку сенсорные элементы сцинтилляционного датчика известного детектора находятся в водонепроницаемой оболочке и не имеет непосредственного контакта с анализируемой средой, тем более, что кристаллы NaI-Tl в водной среде немедленно растворяются.

Задачей полезной модели является разработка сцинтилляционного детектора, пригодного для подводной регистрации ионизирующих излучений, включая косвенно ионизирующее-нейтронное излучение, непосредственно в водной среде, то есть задачей модели является разработка сцинтилляционного детектора, для которого

сенсорные элементы сцинтилляционного датчика имеют прямой контакт с анализируемой водной средой и размещаются в этой среде.

Задача решается за счет того, что полезная модель сцинтилляционного детектора для подводной регистрации ионизирующих излучений включает корпус и сцинтиллектор, состоящий из сцинтилляционного датчика, соединенного через световод с фотоприемным устройством, а также блоки обработки и последующей передачи информации по беспроводной линии связи, причем световод и фотоприемное устройство заключены в отдельном герметичном блоке, размещенном внутри корпуса детектора, а сцинтилляционный датчик выполнен в виде одной или нескольких модульных сборок, состоящих из набора разделенных зазорами тонких сцинтиллирующих пластин, причем сцинтилляционный датчик размещен в вододоступной части детектора, которая снабжена дополнительной системой прокачки воды. Такая конструкция обеспечивает решение поставленной задачи: в предлагаемой модели сцинтилляционного детектора сенсорные элементы сцинтилляционного датчика имеют прямой контакт с анализируемой водной средой. Сцинтилляционный датчик может содержать до четырех-шести и более сцинтилляционных модульных сборок, каждая из которых может содержать от двух до восьми и более сцинтилляционных пластин, являющихся основными сцинтилляционными элементами датчика и одновременно являющихся световодами с минимальными потерями света из-за эффекта полного внутреннего отражения. Сцинтилляционные пластины имеют толщину 0,8-1,5 мм, ширину 8-15 мм, длину 100-200 мм и более.

Схема предлагаемой полезной модели сцинтилляционного детектора для подводной регистрации ионизирующих излучений приведена на Фиг.1 и Фиг.2. Схема приведена в качестве примера полезной модели сцинтилляционного детектора для случая, когда сцинтилляционный датчик выполнен в виде четырех модульных сборок из пяти разделенных зазорами тонких сцинтилляционных пластин. Пластины в данном примере имеют толщину 1 мм, ширину 10 мм, длину 150 мм, между пластинами имеются полые каналы, из 5 сцинтиллирующих пластин формируют сцинтилляционную модульную сборку, а комплект из 4 прижатых друг к другу сцинтилляционных модульных сборок образует сцинтилляционный датчик.

Сцинтилляционный датчик 1, выполненный в виде четырех модульных сборок, размещен в вододоступной части детектора, то есть непосредственно в водной среде. Через световод 2 сцинтилляционный датчик соединен с фотоприемным устройством 3, размещенным в отдельном герметичном блоке 4, расположенном внутри корпуса детектора 5. Корпус детектора 5 и отдельный герметичный блок 4 имеют общую верхнюю крышку. Между герметичным блоком и корпусом детектора имеется зазор, который через выходной патрубок 6 в верхней крышке корпуса соединен с насосом 7 для перекачки воды, поступающей через входной патрубок 10, также расположенный на верхней крышке устройства, фотоприемное устройство через патрубок 8 соединено с помощью кабеля-троса 9 с блоком питания и блоком первичной обработки информации, а также с блоком передачи информации с помощью беспроводной линии связи (эти блоки на Фиг.1 и Фиг.2 не показаны). Корпус детектора снизу снабжен крышкой 11, имеющей боковые отверстия 12 для забора воды и центральную горловину 13. Блоки питания и первичной обработки информации, поступающей от сцинтилляционного датчика, расположены на рабочем носителе, например, на обычном или на радиоуправляемом сторожевом катере или на других плавсредствах, например, на плотках, лодках, яхтах или на морских буях.

Предлагаемая полезная модель сцинтилляционного детектора пригодна для эксплуатации непосредственно в водной среде, пригодна для подводной регистрации ионизирующих излучений. Сцинтилляционный детектор работает в двух режимах с участием и без участия системы прокачки воды через сцинтилляционный датчик. В обоих случаях предварительные фоновые измерения радиации проводят при погружении сцинтилляционного детектора в бак с чистой водой, с которой имеют непосредственный контакт сенсорные элементы (пластины) сцинтилляционного датчика. Результаты фоновых измерений обрабатываются в блоке обработки первичной информации и запоминаются.

Режим 1. Работа сцинтилляционного детектора в режиме без дополнительной прокачки анализируемой водной среды через сцинтилляционный датчик).

После фоновых измерений с использованием бака с чистой водой для проведения измерений в анализируемой водной среде сцинтилляционный детектор (Фиг.1) доставляют на водном носителе, например, на лодке, плоту, на обычном или радиоуправляемом катере к точке (зоне) контроля и размещают в зоне радиационного контроля водной среды с помощью кабеля-троса на определенной глубине (от одного до нескольких метров). Сенсорные элементы четырех модульных сборок

описываемого в примере сцинтилляционного датчика 1, выполненные из тонких сцинтиллирующих пластин регистрируют контролируемые виды излучения. Для контроля альфа-, бета-, или гамма-излучения и тепловых нейтронов в настоящем примере сенсорные элементы сцинтиллирующего датчика изготовлены из тонких стеклянных пластин ${}^6\text{Li}_2\text{O-MgO-SiO}_2\text{:Ce}$ с повышенным содержанием изотопа ${}^6\text{Li}$.

Для регистрации жесткого гамма-излучения в качестве сенсорных элементов сцинтилляционного датчика используют, например, сцинтилляционные кристаллы ортогерманата висмута $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$, также изготовленные в виде тонких пластин. Для регистрации быстрых нейтронов возможно использование водостойких пластиков. В качестве сцинтилляционных сенсорных материалов могут быть использованы и другие устойчивые в водной среде сцинтилляторы, например активированные церием силикаты лютеция или силикаты гадолиния, а также алюмоиттриевого граната.

Размеры пластин, используемых в примере, составляют $1 \times 10 \times 150 \text{ мм}^3$. При указанных размерах и количестве сцинтилляционных сборок общая площадь соприкосновения анализируемой водной среды с сенсорными элементами составляет порядка 600 см^2 , что более чем в 100 раз превышает таковую для описанного выше известного аналога и соответственно повышает чувствительность детектора при регистрации короткопробежных α -частиц при определении концентрации радона и его дочерних продуктов распада.

Анализируемая водная среда поступает в каналы между пластинами сцинтилляционного датчика благодаря водозаборным боковым отверстиям 12 в нижней крышке 11 наружного корпуса устройства; для очистки анализируемой водной среды от нерастворимых примесей и мелкого мусора в устройстве предусмотрено применение фильтров, которые закрепляют либо на горловине крышки 13, либо размещают в свободной полости внутри крышки. Крышка 11 с отверстием 12 и горловиной 13 играет также роль лабиринта для предотвращения прямого попадания света на элементы сцинтиблока.

Под действием излучения радиоизотопов, находящихся в анализируемой водной среде, непосредственно контактирующей с сенсорными элементами (пластинами) сцинтилляционного датчика, в сенсорных элементах возникают сцинтилляции, которые через общий для всех модульных сборок световод 2 поступают на фотоприемное устройство 3. Для случая ${}^6\text{Li}$ -силикатного стекла сцинтилляции имеют длительность 60-80 нс и обладают максимумом спектра свечения 390-400 нм. Для улучшения светосбора торцы сцинтиллирующих пластин, не связанные со световодом, покрывают зеркальным отражателем. Фотоприемное устройство состоит из фотоэлектронного умножителя, или из PIN-фотодиодной или ПЗС-матрицы, причем спектральная чувствительность фотоприемного устройства должна быть согласована с максимумом спектра свечения сенсорного сцинтилляционного элемента. Сигналы с фотоприемного устройства с помощью кабеля 9 передаются на блок первичной обработки информации, где уровень регистрируемой радиации сравнивается с фоновым уровнем, полученным для чистой воды. Далее по беспроводной линии связи для обеспечения контроля в режиме реального времени информация передается на удаленный блок сбора и конечной обработки информации. При использовании в качестве носителей штатных сторожевых катеров и яхт блоки контроля могут располагаться непосредственно на этих носителях.

Режим 2. Работа сцинтилляционного детектора в режиме с дополнительной прокачкой анализируемой водной среды через сцинтилляционный датчик.

Такой режим бывает необходим при анализе радона в водных средах или при радиационном мониторинге водных сред с невысоким содержанием радиоактивных изотопов. Реализация режима 2 в плане использования сенсорных элементов и обработки информации аналогична реализации режима 1, однако имеет свои особенности. Прокачку анализируемой водной среды через сцинтилляционный детектор проводят с помощью насоса 7 через патрубки 6 и 10 с помощью регулировочных клапанов. Прокачка необходима при анализе содержания радона или других радиоактивных изотопов в анализируемой водной среде, если их концентрация не велика.

Предлагаемая полезная модель сцинтилляционного детектора для подводной регистрации ионизирующих излучений обеспечивает технический результат: повышение чувствительности при подводной регистрации бета- и мягкого гамма-излучения и возможность подводной регистрации альфа-излучения.

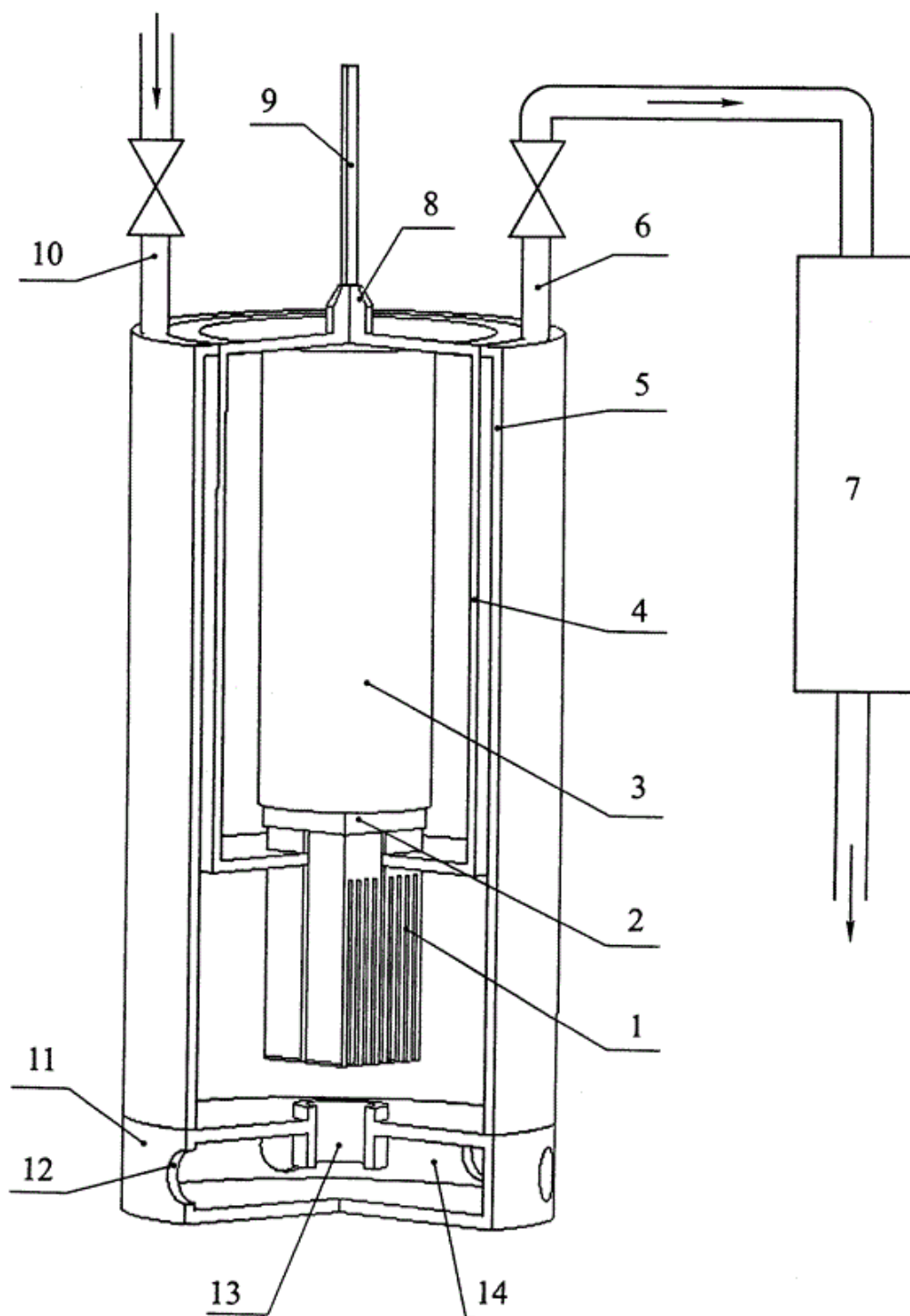
Предлагаемая полезная модель сцинтилляционного детектора может также работать и в воздушной среде, то есть в режиме, характерном для большинства сцинтилляционных детекторов. Для обеспечения такого режима систему прокачки

воды 7 отключают и вместо рабочей нижней крышки с отверстиями для забора воды используют запасную крышку 11 без отверстий для забора воды.

Формула полезной модели

1. Сцинтилляционный детектор для подводной регистрации ионизирующих излучений, включающий корпус, сцинтиллятор, состоящий из сцинтилляционного датчика, соединенного через световод с фотоприемным устройством, блок первичной обработки информации и блок передачи данных по беспроводной линии связи, отличающийся тем, что корпус детектора выполнен вододоступным, внутри корпуса размещены заключенные в отдельный герметичный блок световод и фотоприемное устройство, а сцинтилляционный датчик выполнен в виде одной или нескольких модульных сборок, состоящих из сенсорных элементов в виде разделенных зазорами тонких сцинтилляционных пластин, причем сцинтилляционный датчик размещен в вододоступной части детектора.

2. Сцинтилляционный детектор по п.1, отличающийся тем, что он снабжен системой прокачки воды через сцинтилляционный датчик.

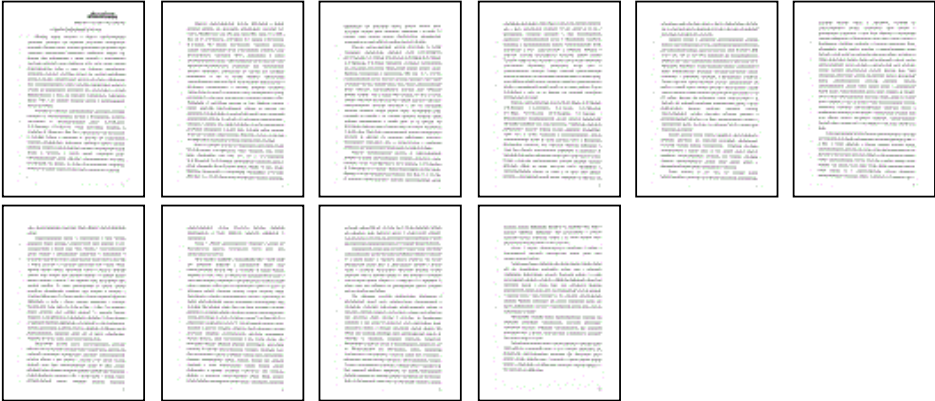


ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

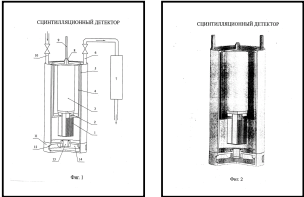
Реферат:



Описание:



Рисунки:



ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **14.09.2012**

Дата публикации: [10.07.2013](#)